



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 85101538.8

(51) Int. Cl.⁴: **G 01 K 17/08, F 24 D 19/10**

(22) Anmeldetag: 13.02.85

(30) Priorität: 17.02.84 DE 3405835
17.02.84 DE 3405840
17.02.84 DE 3405774

(71) Anmelder: MPE Produkt Plan AG, Hohlstrasse 216,
CH-8004 Zürich (CH)
Anmelder: Lampert, Heinz, Fuchsbühlstrasse 50,
CH-9470 Buchs (CH)
Anmelder: Lanker, Willi, In der Gandstrasse 10,
CH-8126 Zumikon (CH)

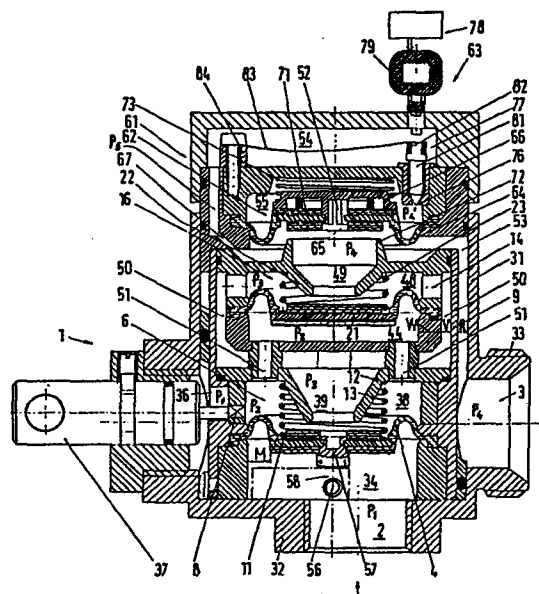
(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 28.08.85
Patentblatt 85/35

(72) Erfinder: Lampert, Heinz, Fuchsbühlstrasse 50,
CH-9470 Buchs (CH)
Erfinder: Scheuwiller, Bruno, Rütlistrasse 12,
CH-8400 Winterthur (CH)

(84) Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI NL

(54) Vorrichtung zum Messen der von einem Heizkörper abgegebenen Wärmemenge und zum Steuern des den Heizkörper durchströmenden Fluidstromes.

(57) Die Vorrichtung dient zum Messen der von einem Heizkörper (107) an einen Raum abgegebenen Wärmemenge und zum gleichzeitigen Steuern des den Heizkörper durchströmenden, als Wärmeträger dienenden Fluidstromes zwecks Regelung der Raumtemperatur. Sie ist mit einem Volumenstromregler (6, 16) zum Durchlassen eines konstanten Fluidstromes und einem von einem Raumthermostaten (113, 114) über ein Steuerventil (77) vorgesteuerten Auf-Zu-Ventil (62) sowie mit je einem Temperaturfühler (118, 109) für den Heizungs- und rücklauf und einer Elektronikeinheit (78, 112, 117) zur Erfassung der Wärmemenge versehen. Der Volumenstromregler wird aus Membranventilen (6, 16) gebildet und dem Steuerventil (77) ist ein bistabiles Stellglied (63) zugeordnet, das den Ventilkörper (81) des Steuerventils über Halteglieder (91, 83) in seinen Endlagen hält und über ein elektromagnetisches Schaltglied (79) umschaltet. Dadurch ist das Gerät unempfindlich gegen Verschmutzung aus dem Heizwasser sowie langzeitstabil und genau und es kommt mit einem geringen Wirkdruck und minimaler elektrischer Energie aus.



A 10.02.88

-/-

Vorrichtung zum Messen der von einem Heizkörper
abgegebenen Wärmemenge und zum Steuern des den
Heizkörper durchströmenden Fluidstromes

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum
Messen der von einem Heizkörper an einen Raum abgegebenen
Wärmemenge und zum gleichzeitigen Steuern des den Heiz-
körper durchströmenden, als Wärmeträger dienenden Fluid-
stromes zwecks Regelung der Raumtemperatur, bestehend aus
5 einem Volumenstromregler zum Durchlassen eines konstanten
Fluidstromes und einem von einem Signalgeber, z.B. einem
Raumthermostaten über ein Steuerventil vorgesteuerten und
von der Energie des Fluidstromes geschalteten Auf-Zu-Ventil
10 zum Sperren oder Durchlassen des Fluidstromes sowie je einem
Temperaturfühler für den Vor- und Rücklauf des Heizkörpers
und einer Elektronikeinheit, die die Wärmemenge durch Inte-
gration der in eine elektrische Größe umgewandelten jewei-
ligen Temperaturdifferenzwerte während der Öffnungszeiten
15 des Auf-Zu-Ventils erfaßt.

Eine derartige Vorrichtung ist in der EP-OS 0018 566, An-
meldenummer 80 102 118.9, beschrieben. Die bekannte Vor-
richtung löst zwar erstmals die Aufgabe des Steuerns eines
Fluidstroms und gleichzeitigem Messen der abgegebenen Wärme-
menge, ist aber noch zu ungenau und aufwendig, insbesondere
20 in fertigungstechnischer und installationsmäßiger Hinsicht.
Das Regelglied des Volumenstromreglers besteht hier aus
einem in einem zylindrischen Rohr gleitbaren Dosierkolben,
wodurch es insbesondere bei stark verschmutztem Heizwasser
zu Fehlern und Abweichungen infolge Korrosion und Schmutz-
25 ablagerungen und schließlich sogar zu einem Festklemmen
der gleitenden Regelteile kommen kann.

Auch wird bei einem solchen Kolbenregler infolge der Reibung ein hoher Wirkdruck benötigt, so daß hohe Pumpendrucke erforderlich sind. Auch das mit einem beweglichen Ventilkolben versehene Auf-Zu-Ventil kann
5 bei verunreinigtem Heizwasser leicht klemmen und beim Öffnen und Schließen dieses Auf-Zu-Ventils können Leckverluste auftreten, wodurch Meßfehler entstehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine ein-
gangs genannte Vorrichtung zu schaffen, die in der
10 Praxis sicher funktioniert und vor allem schmutzunempfindlich, langzeitstabil und genau ist und mit einem geringen Wirkdruck und einem minimalen Verbrauch an elektrischer Energie auskommt.

Die Lösung dieser Aufgabe wird bei einer solchen Vor-
richtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 darin ge-
15 sehen, daß das Regelglied des Volumenstromreglers als Membranventil mit einer Membran ausgebildet ist und dem Steuerventil des Auf-ZU-Ventils ein bistabiles Stellglied zugeordnet ist, welches den Ventilkörper des
20 Steuerventils über Halteglieder in seinen Endlagen hält und über ein nur eine minimale elektrische Energie benötigendes elektromagnetisches Schaltglied umschaltet, das mit dem Signalgeber und der Elektronikeinheit verbunden ist.

25 Dadurch, daß das Regelglied des Volumenstromreglers als Membranventil ausgebildet ist, werden gleitende Regelteile im Fluidstrom sicher vermieden, so daß keine

hohe Reibung oder durch Verschmutzung verursachte Verklemmung der Regelteile mehr erfolgen kann.

Das Membranventil kann hierbei mit sehr kleinen

Staudrücken in einem großen Wirkungsbereich arbeiten

5 und besteht aus nur wenigen einfachen Bauteilen. Durch

das dem Steuerventil zugeordnete besondere bistabile

Stellglied wird der bewegliche Ventilkörper des Steuer-

ventils ohne elektrischen Energieverbrauch über die

Halteglieder sicher in seinen beiden Endlagen gehalten,

10 so daß das elektromagnetische Schaltglied des bistabilen

Stellgliedes nur die Umschaltung des kleinen Steuer-

ventilkörpers selbst durchzuführen hat. Zum Umschalten

des Auf-Zu-Ventils selbst wird die Eigenenergie des

Fluids ausgenutzt, so daß nur eine sehr geringe

15 elektrische Energie zur Auslösung des Stellimpulses für

die Umschaltung des Auf-Zu-Ventils benötigt wird und

ein langfristiger Betrieb des Gerätes mit nur einer

kleinen Hilfsbatterie möglich ist, die gleichzeitig

auch die Elektronikeinheit versorgt.

20 Durch die Verbindung des elektromagnetischen Schaltgliedes mit dem Signalgeber und der Elektronikeinheit kann das Ansprechen des elektromagnetischen Schalt-

gliedes insbesondere von einem Raumtemperaturfühler

durch Vergleich zwischen dem eingestellten Sollwert

25 und dem Istwert auch in Verbindung mit einer Zeitsteuerung leicht geregelt werden.

Dadurch, daß für den Volumenstromregler gemäß

Anspruch 2 mindestens ein weiteres Membranventil mit

einer Membran als Kaskade zum ersten Membranventil

in Serie geschaltet und in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist, wobei eine Drossel dem ersten Membranventil zugeordnet ist, wird eine hohe Genauigkeit erreicht, wobei das erste Membranventil zur Grobregulierung dient und das zweite Membranventil oder auch weitere Stufen eine Feinregulierung bewirken, so daß der Fluidstrom auch bei großen Druckschwankungen im Leitungsnetz stets sicher auf den gewünschten konstanten Durchflußwert gehalten werden kann.

10 Wird auch das Auf-Zu-Ventil gemäß dem Merkmal des Anspruchs 3 als Membranventil ausgebildet und werden die beiden Membranventile des Volumenstromreglers zusammen mit dem Membranventil des Auf-Zu-Ventils hintereinander in einem gemeinsamen Durchflußgehäuse angeordnet, so wird eine kompakte und in einem einzigen Gehäuse unterbringbare Vorrichtung geschaffen, die in integrierter Weise sowohl die hydraulischen Elemente für die Wärmemengenmessung als auch für die Regelung der vom Fluidstrom abgegebenen Wärmemenge enthält.

15 Diese drei Membranventile lassen sich auch konstruktiv besonders einfach ausbilden und übereinander im Gehäuse unterbringen und für die Verschiebung der leicht beweglichen großflächigen Membranen sind nur geringe Verstellkräfte erforderlich.

25 Nach dem Merkmal des Anspruchs 4 ist die vom Volumenstromregler durchgelassene Durchflußmenge mittels einer veränderbaren oder auswechselbaren Drossel einstellbar, wobei die eingestellte Durchflußmenge des Fluids in der Elektronikeinheit zwangsweise oder durch Einstellung

in kodierter Form bei der Durchführung der Wärmemengenmessung berücksichtigt wird. Hierdurch läßt sich der durch den Heizkörper strömende Fluidstrom entsprechend der verwendeten Drossel bzw. der

5 Drosseleinstellung der jeweils geforderten Wärmemengenabgabe anpassen und gleichzeitig wird die eingestellte Durchflußmenge auf die Elektronikeinheit übertragen, so daß stets der richtige Durchflußwert für die Wärmemengenmessung zur Verfügung steht.

10 Zweckmäßigerweise wird die Druckdifferenz an dem nachgeschalteten Membranventil des Volumenstromreglers gemäß Anspruch 5 durch das in Reihe vor diesem angeordnete Membranventil, welches als Drossel wirkt, gebildet, so daß sich ein variabler Referenzdruck als
15 Steuerbasis für die Feinregulierung ergibt.

Durch die in Anspruch 6 gekennzeichnete Zusammenfassung aller Ventilbauteile zu einer kompakten Ventilbaueinheit, die mit den normalen Heizkörperanschlüssen versehen ist und einen die Elektronikeinheit und die Anzeige- und
20 Einstellelemente aufnehmenden Ventilgehäuseaufsatz trägt, kann dieses Kompaktgerät jederzeit leicht anstelle eines herkömmlichen Heizkörperventils in die Heizkörperleitung eingebaut werden.

Vorteilhafterweise erfolgt die Regelung des Fluidstromes und damit der Raumtemperatur gemäß Anspruch 7 über einen
25 das Öffnen und Schließen des Auf-Zu-Ventils auslösenden

einstellbaren Thermostaten, der mit einer Regeleinrichtung der Elektronikeinheit in Verbindung steht.

Ist die Führungsgröße oder der Sollwert des Thermostaten gemäß Anspruch 8 über die Zeit hin gemäß vorgegebener Werte automatisch veränderbar, so kann der
 5 Sollwert des Thermostaten in Abhängigkeit von der Zeit von der Regeleinrichtung der Elektronikeinheit auf die vorgegebenen Werte selbsttätig umgesteuert werden. Hierzu lassen sich verschiedene Ablaufprogramme vor-
 10 grammieren, die vom Benutzer angewählt werden, oder es kann vom Benutzer über einen in der Elektronikeinheit vorgesehenen Mikroprozessor ein eigenes Ablaufprogramm aus Teilprogrammen zusammengestellt werden.

Zur Energieversorgung des Gerätes lassen sich entsprechend Anspruch 9 auch Solarzellen oder Halbleiter-
 15 Thermoelemente zur Umwandlung der im Fluidstrom gespeicherten Energie in elektrische Energie vorsehen, wodurch auf den Einbau einer Hilfsbatterie verzichtet werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung nach Anspruch 10
 20 ist ein Strömungsmelder im Gerät vorgesehen, der ein eine Strömung oder den Fluidstillstand anzeigendes Signal an die Elektronikeinheit abgibt. Durch diesen Strömungsmelder kann die Integration der Temperatur-
 25 differenzwerte der Temperaturfühler beim Melden einer Strömung ausgelöst und beim Melden eines Fluidstill-

standes, d.h. beim Schließen des Auf-Zu-Ventils wieder gestoppt werden, wodurch die Wärmemenge in einfacher Weise sicher erfaßt wird.

5 Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

- 10 Figur 1 eine Außenansicht einer konkreten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Figur 2 die Installation bzw. Anordnung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung
15 an einem Heizkörper;
- Figur 3 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Figur 4 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ;
- 20 Figur 5 einen Längsschnitt durch eine konkrete Ausführungsform des Durchflußgehäuses einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und
- Figur 6 die Darstellung eines Magnetsystems.

25 Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einer kompakten Einheit 101 mit einem Durchflußgehäuse 102, durch das der Fluidstrom fließt und in dem die mechanischen Teile, insbesondere Ventilelemente und

elektromagnetischen Teile der erfindungsgemäßen Vorrichtung untergebracht sind. Weiterhin weist die Einheit 101 einen Gehäuseteil 103 auf, in dem die Elektronik, die Anzeige sowie die Einstell- bzw.

5 Vorgabeelemente untergebracht sind. Am Durchflußgehäuse 102 sind zwei Anschlüsse 104 für den Einlaß und den Auslaß (wobei nur der Auslaß in der Fig. 1 ersichtlich ist) vorgesehen, mittels derer die erfindungsgemäße Vorrichtung in der dargestellten Ausführungsform in die Vor-

10 laufleitung 106 zum Heizkörper 107 einer Heizungsanlage genauso wie ein herkömmliches Ventil eingesetzt werden kann (Fig. 2). An der Einheit 101 ist eine Leitung 108 vorgesehen, an deren Ende ein elektrischer Temperaturfühler 109 beispielsweise in einer Schelle od.dgl.

15 untergebracht ist, die an der Rücklaufleitung 111 vom Heizkörper 107 befestigbar ist. Im Gehäuse 102 ist ein weiterer Temperaturfühler untergebracht (nicht im einzelnen dargestellt) mittels dem unmittelbar die Vorlauf-temperatur in der Leitung 106 zum Heizkörper 107 gemessen

20 werden kann. Es können verschiedenartige Temperaturfühler eingesetzt werden, wie Widerstandsthermometer, Thermoelemente oder vorzugsweise elektronische Stromsensoren, die ein der absoluten Temperatur proportionales Stromsignal abgeben und welche in Serie geschaltet werden können, so

25 daß direkt ein der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf (106, 111) proportionales Stromsignal entsteht. Gegebenenfalls kann mittels aktiver Thermoelemente (Peltier-Elemente), möglicherweise unter Einsatz eines Pufferakkumulators die Energie für die Elektronik der er-

30 findungsgemäßen Vorrichtung aus der (thermischen) Energie

des zu messenden Fluidstromes in bekannter Weise gewonnen werden.

5 Das die Elektronik aufnehmende Gehäuseteil 103 weist eine Anzeige 112 auf, mittels der die im Heizkörper 107 verbrauchte bzw. von diesem abgegebene Energie, z.B. in Vergleichseinheiten, angezeigt und abgelesen werden kann. Weiterhin ist eine Einstelleinrichtung 113 eines Thermostates vorgesehen, mittels der die Raum-Solltemperatur oder der Ablauf der Solltemperatur über die Zeit hin eingestellt
10 bzw. vorgewählt werden kann. In das Gehäuseteil 103 ist ein Raumtemperaturfühler 114 integriert, der die Ist-Temperatur des Raumes mißt, die mit der momentanen Solltemperatur zur Regelung des Durchflusses durch das Durchflußgehäuse 102 zum Heizkörper 107 verglichen wird. Neben der in das Gehäuseteil integrierten Einstelleinrichtung 113 kann auch
15 eine Fernsollwert-Einstellung 113' und/oder ein Fernfühler 114' vorgesehen sein, wie in der Figur 2 skizziert ist.

In der Figur 3 ist nun ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung 101 dargestellt. Im Vorlauf 106 zum
20 Heizkörper 107 ist zunächst im gemeinsamen Durchflußgehäuse 102 für das Fluid im dargestellten Ausführungsbeispiel das Ventilsystem 61 zum Sperren und Durchlassen des Fluidstromes angeordnet, wobei das Ventilsystem 61 ein als Auf-Zu-Ventil ausgebildetes Hauptventil 62 und ein
25 Steuerteil 63 aufweist. Das Steuerteil 63 wird durch eine Regeleinrichtung 78 in Abhängigkeit von einem in diesem vorgenommenen Vergleich zwischen der aktuellen Führungsgröße oder dem aktuellen Sollwert, der über die Einstelleinrichtung 113 eingestellt ist, und dem Ist-Wert vom

Raumtemperaturfühler 114 geregelt. Anstelle von Einstell-
einrichtung 113 und Raumtemperaturfühler 114 kann
auch ein anderer Steuerimpuls, z.B. von einem Zeit-
programm eingegeben werden. Die Schaltung des Fluidstroms
5 im einzelnen geschieht in der weiter unten erläuterten
Weise. Im Ventilsystem 61 ist der Volumenstromregler 1
nachgeordnet, der nach Einstellung über eine einstell-
bare Drossel 8 mittels einer Regelstufe 6 und einer nach-
geschalteten Kompensationsstufe oder Kaskade 16 einen
10 immer konstanten Mengen- oder Volumenstrom zum Auslaß 3
und damit zum Heizkörper 107 durchläßt.

Im Durchflußgehäuse 102 ist weiterhin ein Strömungs-
melder 58 vorgesehen, der feststellt, ob durch die Vor-
laufleitung 106 ein durch den Volumenstromregler geregelter
15 Fluidstrom stattfindet, oder aber der Fluidstrom durch das
Ventilsystem 61 unterbrochen ist. Die vom Strömungsmelder 58
gemessene Information wird an die Elektroneinheit 117 im
Gehäuseteil 103 weitergegeben. Das gleiche gilt für die mit
den Temperaturfühlern 109 und 118 gemessene Temperatur in
20 der Rücklauf (111)- bzw. Vorlaufleitung (106) zum Heizkörper
107. Die derart gewonnenen Informationen werden dann unter
Berücksichtigung der Drosseleinstellung, d.h. der gegebenen
Durchflußmenge, beispielsweise in codierter Form in der
Elektroneinheit 117 verarbeitet. Das Ergebnis bzw. die
25 Summierung der Messungen wird dann über die Anzeige 112
angezeigt. Insgesamt werden durch die erfindungsgemäße
Vorrichtung 101 also die Energiemengen erfaßt, die durch
einen individuellen Verbraucher, hier den Heizkörper 107
abgegeben werden, wobei die abzugebende Energiemenge über

den Regler 78 geregelt bzw. in vorgegebener Weise gesteuert wird.

Die im Durchflußgehäuse 102 gemeinsam untergebrachten mechanischen und elektromagnetischen Regeleinheiten
5 sind in der Figur 4 zunächst schematisch dargestellt.

Die Ventileinheit 61 zum Sperren und Durchlassen je eines Flüssigkeitsstromes in einer Heizungsanlage weist das als Auf-Zu-Ventil ausgebildete Hauptventil 62 und ein Steuerteil 63 mit einem Steuerventil auf, welches
10 in der Figur 4 nur im Prinzip dargestellt ist. Das Hauptventil 62 weist eine Membran 64 auf, die mit ihrem Umfangsrand in der Wand eines äußeren Gehäuses oder einem Einsatzteil (beides in Fig. 4 nicht dargestellt) festgelegt ist. Die Membran 64 ist lediglich in einem Ringbereich der Walkzone M (Fig. 5) elastisch und damit eigentlich als Membran ausgebildet und weist in ihrem Zentralbereich der Stützzone, einen starren, plattenförmigen Ventildeckel 71 auf. Dem Ventildeckel 71 ist auf der
15 einem Einlaß 49 zugewandten Seite der Membran 64 ein ringförmiger Ventilsitz 72 zugeordnet bzw. liegt dieser Ventilsitz 72 dem Ventildeckel 71 gegenüber. Der Ventildeckel 71 wird durch eine Ring- oder Spiralfeder 73 gegen den Ventilsitz 72 gedrückt. Wenn der Ventildeckel 71 auf dem Ventilsitz 72 aufliegt, ist das Hauptventil 62 geschlossen und
20 es findet keine Fluidströmung von dem Einlaß 2 zu einem Auslaß 2' zum Volumenstromregler 1 hin statt.
25

Vom Einlaß 2 zu einem Raum 55 auf der dem Ventilsitz 72 abgewandten Seite der Membran 64 ist ein Bypass oder eine Nebenleitung oder -verbindung 52 geführt. In gleicher Weise führt von dem Raum 55 zum Auslaß 2' eine Neben-

5 leitung 54. In der Nebenleitung 52, die konstruktiv als Durchlaß durch den Ventildeckel 71 ausgebildet sein kann (hierzu weiter unten), ist eine Blendenöffnung 65 angeordnet, der ein Filter 66 vorgeschaltet ist. Das in der Nebenleitung 54 befindliche Steuerteil 63 weist ein

10 Ventil auf, mittels dessen die Nebenleitung 54 vom Raum 55 zum Auslaß 2' geöffnet oder gesperrt werden kann. Der injektorartige Anschluß 67 der Verbindungs- oder Nebenleitung 54 zum Auslaß 2' ist derart, daß bei einem Flüssigkeitsfluß vom Einlaß 2 durch das Hauptventil 62

15 zum Auslaß 2' in der Nebenleitung 54 befindliche Flüssigkeit nach dem Injektorprinzip mitgerissen wird und damit in der Leitung 54 und bei geöffnetem Steuerteil 63 im Raum 55 ein Unterdruck erzeugt wird.

Es wird angenommen, die Ventileinheit 61 und damit insbesondere das Hauptventil 62 sei geschlossen. Dann

20 befindet sich vor dem Hauptventil 62 ein Druck P1' und am Auslaß 2' ein Druck P1, der geringer ist als der Druck P1'. Bei diesem Schließzustand ist auch das Steuerteil 63 geschlossen. Der Druck P1" im Raum 55 hat sich daher über die Blendenöffnung 65 dem Druck P1' im Einlaß 2 angeglichen. Auf der dem Ventilsitz 72 abgewandten Seite der Membran 64 wirkt daher auf diese neben der Federkraft

25 73 der Druck P1".

Auf der dem Ventilsitz 72 zugewandten Seite der Membran 64 wirken auf entsprechende Teilflächen der Membran die Drücke P_1' und P_1 . Da P_1 der niedrigste Druck der Ventileinheit 61 ist, sind die vom Raum 55 her wirkenden Kräfte auf die Membran 64 immer höher als die von der Seite des Ventilsitzes 72 her wirkenden, so daß das Ventil in diesem Fall geschlossen bleibt.

Wird nun durch einen Stellimpuls das Steuerteil 63 mit dem Steuerventil geöffnet, wobei das Steuerventil selbst und der Öffnungsvorgang weiter unten im einzelnen erläutert wird, so fällt der Druck P_1'' in der Kammer 55 ab und schließt mit möglichst geringem Druckgefälle an den Druck P_1 am Auslaß 2' an. Aufgrund der Öffnung 65 mit geringerem Querschnitt als am Durchlaß 76 (Fig. 5), kann die Kammer 55 nicht ausreichend schnell über die Nebenleitung 52 her aufgefüllt werden, so daß sich eine Druckdifferenz zwischen dem Einlaß 2 mit dem Druck P_1' und der Kammer 55 mit dem Druck P_1'' ergibt. Damit kann der Druck P_1' auch schon bei einer kleinen Druckdifferenz $P_1' - P_1''$ den Ventildeckel 71 vom Ventilsitz 72 abstoßen und damit das Hauptventil 62 öffnen. Durch den injektorartigen Anschluß 67 der Nebenleitung 54 an den Auslaß 2' kann im übrigen erreicht werden, daß der Druck P_1'' im Raum 55 kleiner als der Druck P_1 am Auslaß 2' ist, so daß auch nach Öffnen des Auf-Zu-Ventils 62 dieses zuverlässig offen bleibt bzw. offen gehalten wird. Zum Schließen des Ventilsystems 61 und damit des Unterbrechens eines Flüssigkeitsstromes vom Einlaß 2 zum Auslaß 2' wird durch einen Impuls das Steuerventil des Steuerteils 63 geschlossen.

Es tritt in der Kammer 55 damit ein Staudruck durch die zunächst vorhandene Druckdifferenz zwischen dem Einlaß 2 mit dem Druck P_1' und dem geringeren Druck P_1'' in der Kammer 55 auf, so daß sich über die
5 Öffnung 65 mit der Zeit der Druck P_1'' in der Kammer 55 dem Druck P_1' annähert, bis die Kräfte des Drucks P_1'' in der Kammer 55 und der Feder 73 die entgegengesetzt wirkenden Kräfte der Drücke P_1' am Einlaß 2 und P_1 am Auslaß 2' auf die Membran 64 überwiegen und
10 damit das Hauptventil 62 geschlossen wird, wie schon oben erwähnt. Die Feder 73 bedingt schon eine Differenzkraft, auch dann, wenn keine Strömung vorhanden ist. Darüberhinaus wird durch die Feder 73 ein Schwingen der Membran 64 unterbunden.

15 Bei der dargestellten Ausführungsform ist im Ventilsystem 61 zum Sperren bzw. Durchlassen des Fluidstromes der Strömungsmelder als berührungsloser oder Näherungsschalter untergebracht, mit dem festgestellt wird, ob überhaupt ein Fluidfluß stattfindet oder
20 nicht. Hierzu ist bei der dargestellten Ausführungsform oberhalb der Ventilmembran 64 ein sogenannter Reed-Schalter 56 angeordnet. Im Zentrum der Membran 64 bzw. dieses Membrandeckels ist ein Dauermagnet 57 eingesetzt, der aufgrund der Veränderung seines Abstandes
25 zum Reed-Schalter 56 mit der Bewegung der Membran 64 den Reed-Schalter 56 schaltet. Der Auslaß 2' des Ventilsystems 61 führt als Einlaß 2' zum Volumenstromregler 1 mit seiner Regelstufe 6 und einer Kompensationsstufe oder Kaskade 16. Bei geöffnetem Ventilsystem 61 soll dabei vom Einlaß 2 bzw. Einlaß 2' des
30

Volumenstromreglers 1 zum Auslaß 3 unabhängig von der Druckdifferenz zwischen Einlaß und Auslaß ein konstanter Durchfluß stattfinden. Der Einlaß 2' führt zur einen Seite der Membran 4 des als Regelstufe 6

5 bezeichneten Membranventils. Die Membran 4 wird damit auf der dem Einlaß zugewandten Seite mit dem dort herrschenden Druck P_1 beaufschlagt.

Eine Zweigleitung 7 führt über eine einstellbare Drossel 8, die den Druck P_1 auf einen Druck P_2 reduziert,

10 zu der anderen Seite der Membran 4 der Regelstufe 6.

Die Regelstufe 6 weist zunächst eine im wesentlichen flache Membran 4 auf, die mit ihrem Umfangsrand in der Wand einer in ein äußeres Gehäuse (hier nicht dargestellt) einsetzbaren Patrone 9 festgelegt ist. Die Membran 4 ist

15 lediglich in einem Ringbereich elastisch und damit eigentlich als Membran ausgebildet, weist in einem Zentralbereich einen starren, plattenförmigen Ventildeckel 11 auf. Dem Ventildeckel 11 ist auf der dem Einlaß 2' abgewandten Seite der Membran 4 ein ringförmiger Ventilsitz

20 12 zugeordnet bzw. liegt dem Ventildeckel 11 gegenüber. Der Ventilsitz 12 ist fest mit der Patrone 9 verbunden. Der Ventilsitz 12 umschließt nur eine geringe Fläche der gesamten von der Patrone umgebenden Fläche. Der Ventildeckel 11 wird durch eine am Ventilsitz 12 gegengelagerte

25 Feder 13 vom Ventilsitz 12 fortgedrückt. Der variable Durchlaß zwischen Ventildeckel 11 und Ventilsitz 12 wirkt als veränderliche Drossel, so daß innerhalb des vom Ventilsitz 12 umschlossenen Raumes ein im allgemeinen gegenüber dem Druck P_2 geringerer Druck P_3 herrscht.

Auf der dem Zufluß abgewandten Seite der Membran herrschen also durch die Drücke P2 und P3 sowie die ihnen zugeordneten Flächen bestimmte Kräfte. Der Regelstufe 6 ist ein weiteres als Kaskade 16 bezeichnetes Membranventil in Reihe nachgeordnet. Es sei hier darauf hingewiesen, daß, wenn auch in der skizzenhaften Darstellung der Figur 4 die Kaskade 16 ebenso wie die Regelstufe 6 dargestellt ist, ihre Abmessungen im Regelfall durchaus von denen der Regelstufe 6 abweichen können. Die Kaskade 16 weist ebenso wie die Regelstufe 6 eine Membran 14 mit einem Membrandeckel 21 auf, dem ein Ventilsitz 22 zugeordnet wird, von dem der Membrandeckel 21 durch eine Feder 23 bei entsprechenden Druckverhältnissen fortgedrückt wird. Der der Feder 23 und dem Ventilsitz 22 abgewandte Raum des Ventils 16 ist direkt mit dem Raum auf der ihrer Feder 13 und ihrem Ventsitz zugewandten Seite der Membran 4 verbunden, in dem der Druck P2 herrscht, so daß in dem erwähnten Raum der Kaskade 16 ebenfalls der Druck P2 herrscht. Von der Innenseite des im Querschnitt ringförmigen Ventilsitzes 12 führt eine Verbindung 17 zu dem den Ventilsitz 22 der Kaskade 16 umgebenden Raum auf der dem Ventilsitz 22 zugewandten Seite der Membran 14, so daß in diesem Außenraum der gleiche Druck wie innerhalb des Ventilsitzes 12, also P3, herrscht. Das Regelventil 6 wirkt damit als variable Drossel für die Kaskade 16 entsprechend der einstellbaren Drossel 8 für die Regelstufe 6. Am Auslaß 3 des Volumenstromreglers 1 herrscht dann im dargestellten Ausführungsbeispiel der gleiche Druck P4, wie innerhalb des Ventilsitzes 22, soweit nicht zwischen Auslaß 3

und Ventilsitz 22 weitere einstellbare Drosseln oder weitere der Kaskade 16 entsprechende Kaskaden angeordnet sind. Die einstellbare Drossel 8 kann bestehen aus einem festen Blendenteil, welches gegen einen
5 verschiebbaren Blendenteil so verschoben werden kann, daß sie zusammen eine variable Blendenöffnung bilden, welche vorzugsweise scharfkantig ausgeführt ist. Besonders vorteilhaft sind im wesentlichen runde Begrenzungen der Blendenöffnung, welche vor allem bei
10 kleinen Blendenöffnungen eine möglichst kreisförmige Öffnung bilden, d.h. eine große Fläche mit kleinem und rundem Begrenzungsumfang. Die resultierende kleinste Blendenöffnung kann z.B. halb kreisförmig und halb quadratisch werden. Durch die scharfkantige
15 und möglichst kreisförmige Ausführung der Blendenöffnung wird eine Veränderung der Blendenöffnungsfläche infolge Verschmutzungsauftrag verhindert. Anstelle der verschiebbaren Drossel können aber auch auswechselbare kreisförmige Einsatzblenden vorgesehen
20 werden. Dies ermöglicht es, mit nur einer Sorte Reglereinheiten und verschiedenen Einsatzblenden ein großes Sortiment von Volumenstromreglern mit verschiedenen Durchflußwerten am Lager zu halten.

Im folgenden wird auf die Figur 5 Bezug genommen. In
25 der Figur 5 ist eine kompakte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Volumenstromregler 1 und integriertem bistabilem Auf-Zu-Ventilsystem 61 im Längsschnitt dargestellt. Die gesamte Einheit ist

in einem äußeren Gehäuse 31 untergebracht, das einen Anschlußstutzen 32 für den Einlaß 2 und einen Anschlußstutzen 33 für den Auslaß 3 aufweist. Die Ventil-
anordnungen 6, 16 des Volumenstromreglers 1 wie auch
5 das Ventilsystem 61 sind in der in das Gehäuse 31 eingesetzten Patrone 9 angeordnet.

Der Einlaß 2 führt hier zu einer Kammer 34. Dem Einlaß 2 gegenüberliegend ist die Membran 4 des Membranventils 6
angeordnet. Die Membran 4 ist mit ihrem Umfang in der
10 Patrone 9 fest eingeklemmt, während ihr zentraler Teil als starrer Ventildeckel 11 ausgebildet ist. Auf der der Kammer 34 abgewandten Seite des Ventildeckels 11 ist der Ventilsitz 12 vorgesehen, der ebenfalls fest in der Patrone 9
15 angeordnet ist. Der Ventilsitz 12 ist kegelmantelförmig ausgebildet, wobei er sich zum Ventildeckel 11 hin verjüngt. Hierdurch kann an dem weitesten Teil des Ventilsitzes 12 die Feder 13 anliegen, ohne daß ihre Bewegung durch die Gefahr eines Berührens im Zwischenbereich am Ventilsitz gehindert werden könnte. Die Feder
20 13 drückt mit ihrer dem Ventilsitz 12 abgelegenen Seite gegen den Ventildeckel 11 und hält daher das Ventil im drucklosen Zustand offen. Die Kammer 34 ist über im einzelnen nicht dargestellte Durchbrüche mit einer seitlichen Kammer 36 derart verbunden, daß in der Kammer 36
25 der gleiche Druck P1 wie in der Kammer 34 herrscht. Die Kammer 36 ist über die mittels eines Handgriffs 37 von außen einstellbare Drossel 8 fluidisch mit einer den Ventilsitz 12 umgebenden Ringkammer 38 verbunden, in der

ein gegenüber dem Druck P1 geringerer Druck P2 herrscht.
Je nach Öffnungsgrad des Ventils 6 aufgrund der vorherr-
schenden Druckverhältnisse herrscht in dem durch den
Ventilsitz 12 gegenüber der Ringkammer 38 abgegrenzten
5 Innenraum 39 des Ventilsitzes 12 ein im allgemeinen
gegenüber dem Druck P2 geringerer Druck P3. Direkt ober-
halb des Membranventils 6 ist das weitere Membranventil
16 angeordnet, wobei aufgrund der Ausgestaltung der Ventile
als Membranventile eine kompakte Anordnung mit geringer
10 Bauhöhe erreicht wird. Das Membranventil 16 weist die
Membran 14 auf, die ebenfalls an ihrem Außenrand über
mit der Patrone 9 fest verbundenen Teilen eingespannt
ist und in ihrem Zentralbereich den Ventildeckel 21
aufweist. Die Membran 14 trennt eine Kammer 44 von einer
15 Ringkammer 48, die einen ebenfalls zumindest über einen
Teilbereich kegelstumpfförmig ausgebildeten Ventilsitz 22
umgibt, der einen Innenraum 49 umschließt. Der Außenbe-
reich des Ventilsitzes 22 dient in entsprechender Weise
als Widerlager für die Feder 23, die mit ihrem anderen
20 Ende an dem Ventildeckel 21 anliegt und diesen bei druck-
losen Verhältnissen vom Ventilsitz 22 fortdrückt.

Die Kammer 44 ist über Durchlässe 51 mit der Ringkammer 38
verbunden, während der Innenraum 39 des Ventilsitzes 12 mit
der Ringkammer 48 oberhalb der Membran 14 über Verbindungs-
25 bereiche 50 verbunden ist. Der durch den Ventilsitz 22
gegenüber der Ringkammer 48 abgegrenzte Innenraum 49, der
einen gegenüber dem Druck P3 in der Ringkammer 48

geringeren Druck P4 aufweist, ist über das Auf-Zu-Ventilsystem 61 und über außerhalb der Patrone, insbesondere zwischen der Außenwand der Patrone 9 und der Innenseite der Wand des Gehäuses 31 befindliche Zwischenräume 53 mit dem Auslaß 3 des Gehäuses 31 verbunden. In dem erfindungsgemäßen Volumenstromregler ist hier noch der berührungslose oder Näherungsschalter 58 als Strömungsmelder integriert. Hierzu ist unterhalb des Ventildeckels 11 der Reed-Schalter 56 angeordnet. Im Zentrum des Ventildeckels 11 ist der Dauermagnet 57 eingesetzt, der aufgrund der Veränderung seiner Nähe zum Reed-Schalter 56 mit der Bewegung des Ventildeckels 11 den Reed-Schalter 56 schaltet.

Die gesamte Ventileinheit 61 ist ebenfalls in dem gemeinsamen Gehäuse 31 untergebracht. Der Einlaßraum 49 ist vom Ventilsitz 72 umgeben, der wiederum von einem Teil des Auslasses 53 in Form eines Ringkanals umgeben ist. Über dem Ventilsitz 72 ist die Membran 64 mit dem Ventildeckel 71 angeordnet. Sie wird von der Feder 73 gegen den Ventilsitz 72 gedrückt. Der Figur 5 ist insbesondere zu entnehmen, daß die Nebenleitung 52 vom Einlaß 49 zur Kammer 55 eine im Ventildeckel 71 angeordnete Öffnung 65 aufweist, wobei der Öffnung 65 das Filter 66 vorgeschaltet ist. Von der Kammer 55 führt ein schmaler Durchlaß 76 zur Nebenleitung 54 der Figur 4, die bei der konkreten Ausführungsform der Figur 5 zunächst als weitere Kammer 54 und sodann vor dem Injektoranschluß 67 als Ringkammer ausgebildet ist.

Das Steuerteil 63 mit einem Steuerventil 77, zu dem der Durchlaß 76 gehört ist nun erfindungsgemäß folgendermaßen ausgestaltet. Das Steuerteil 63 weist zunächst eine Regeleinrichtung 78 auf, von der Steuerimpulse Y, die beispielsweise durch Temperaturänderung bzw. Überschreiten oder Unterschreiten gewisser Temperaturgrenzen oder andere Signale bedingt sind, ein vorzugsweise bistabiles Magnetsystem 79 beaufschlagen. Von dem bistabilen Magnetsystem 79 wird ein Ventilkolben 81 über einen an ihm befestigten Anker 82 derart bewegt, daß der Durchlaß 76 entweder geschlossen oder geöffnet wird. Befindet sich der Stößel 81 in seiner unteren Stellung, so wird der Durchlaß 76 und damit das Steuerventil 77 geschlossen, befindet sich der Stößel 81 mit dem Anker 82 in seiner oberen Stellung, so ist der Durchlaß 76 und damit das Steuerventil 77 geöffnet. Damit das Magnetsystem möglichst wenig Energie und dies lediglich zum Schalten aufnehmen muß, nicht aber zum Halten des Stößels 81 in den beiden Stellungen, ist der Kolben oder Stößel 81 hier mit einer Hilfsfeder 83 verbunden, die an ihrem dem Kolben 81 entgegengesetzten Ende auf einer Halterung 84 festgelegt ist. Die Hilfsfeder 83 hat die Aufgabe, das Steuerventil 77 im geschlossenen Zustand mit einer genügenden Kraft (von wenigen Gramm) auf den Ventilsitz zu drücken und damit dicht zu halten. Prinzipiell könnte diese Funktion aber auch ohne Hilfsfeder erfüllt werden, beispielsweise durch einen kleinen Permanentmagneten am Durchlaß 76, der einen ferromagnetisch ausgebildeten

Stößel 81 auf den Ventilsitz zieht. Im Prinzip wird dann das Steuerventil 77 bzw. der Stößel 81 in seine beiden Endlagen (offen und geschlossen) je durch einen kleinen Permanentmagneten gehalten und durch die
5 Magnetpulse beider Richtungen des elektromagnetischen Systems nach oben bzw. nach unten umgeschaltet. Die Hilfsfeder 83 könnte auch als Schnappfeder ausgebildet sein mit zwei bistabilen Stellungen, die der Öffnungs- bzw. der Schließstellung des Steuerventils 77 ent-
10 sprechen. Wenn das Steuerventil 77 in einer seiner beiden Stellungen, entweder also der Schließ- oder der Öffnungsstellung ist und in dieser Stellung durch die Schnappfeder 83 gehalten wird, muß das Magnetsystem 79 jeweils lediglich zum Umschalten die Haltekraft der
15 Feder 83 überwinden. Tut das Magnetsystem das, so schnappt die Feder 83 in ihre andere bistabile Stellung um und bringt das Steuerventil 77 in seine andere Stellung, also von der Öffnungs- in die Schließstellung oder aber von der Schließ- in die
20 Öffnungsstellung.

Dadurch, daß die Haltefunktion des Ventils 77 in beiden Stellungen entweder durch Hilfsfedern, Schnappfedern oder Permanentmagnete gewährleistet ist, benötigt das
25 Magnetschalteglied 79 lediglich Energie zum Umschalten, nicht aber zum Halten des Steuerventils 77 in einer oder beiden Stellungen. Der gesamte Energieverbrauch ist dabei so gering, daß ein derartiges bistabiles Heizungsventil mit zwei billigen kleinen Hilfsbatterien

der Größe LR6 über ein Jahr betrieben werden kann.

Das Schalten des gesamten Ventilsystems 61 erfolgt
in der unter Bezugnahme auf die Figur 4 beschriebenen
Weise, so daß hierauf nicht weiter eingegangen werden
5 muß.

Eine Ausführungsform eines bistabilen Magnetsystems 79
ist in der Figur 6 dargestellt. Das Magnetschaltglied 79
weist einen magnetischen Kreis mit einem U-förmigen
Joch 86 und den beweglichen Anker 82 auf, der mit dem
10 Stößel 81 (Fig. 5) verbunden ist. Der Steg 87 des Joch 86
ist in üblicher Weise von der Erregerspule 88 umgeben.
Während insbesondere das Joch 86 aus weichmagnetischem
Werkstoff besteht, ist zwischen den Schenkeln 89 des
15 weichmagnetischen Jochs 86 ein Permanentmagnet 91 einge-
setzt. Die magnetischen Feld- und Kraftverhältnisse sind
dabei derart getroffen, daß der Permanentmagnet 91 über
die beiden Schenkel 89 des Jochs 86 und nicht eingeschalteter
Erregerspule 88 den Anker 82 mit dem Ventilkolben 81
20 in der in Fig. 6 durchgehend gezeichneten angezogenen
Stellung sicher hält, jedoch nicht mehr aus der dort ge-
strichelt gezeichneten Stellung anzieht.

Wird nun ein dem durch den Permanentmagneten über den
Anker gebildeten magnetischen Kreis entgegengerichtetes
Magnetfeld durch Einschalten der Erregerspule 88 einge-
25 schaltet, das als Verdrängerfeld gegenüber dem Feld
des Permanentmagneten wirkt, so fällt der Anker zumindest
vom Joch 89 ab, wobei bei einer Ausgestaltung mit Hilfs-
feder das Verdrängerfeld das Permanentmagnet-Feld soweit

überwinden kann, daß die Hilfsfelder 83 in ihre der
Schließstellung des Ventils 77 entsprechende Stellung
gedrückt wird. Prinzipiell reicht es aber aus, daß auf
den Anker 82 beispielsweise neben den verschieden er-
wähnten Magnetfeldern lediglich noch die Gewichtskraft
5 wirkt.

Wird ein das Permanentmagnet-Feld verstärkendes Feld
durch Einschalten der Erregerspule 88 eingeschaltet,
so wird der Anker aus der strichpunktiert dargestellten
10 Schließstellung in die durchgezeichnet dargestellte
Öffnungsstellung (Fig. 6) gezogen und dabei ggf. die
Kraft einer Schnapp- oder herkömmlichen Feder und/oder
die Gewichtskraft überwunden und der Anker auf jeden
Fall bei ausgeschalteter Erregerspule 88 in seiner oberen,
15 in Fig. 6 durchgezeichnet dargestellten Stellung gehalten.
Zur magnetischen Feldverstärkung weisen die Schenkel 89
eine Querschnittsverengung 90 auf.

Es sei hier festgehalten, daß das bistabile Steuerteil
beispielsweise auch aufweisen kann magnetische und
20 mechanische bistabile Teile oder aber ein mechanisches
bistabiles Element (Schnappfeder) mit einem herkömmlichen
Magnetsystem oder ein bistabiles Magnetsystem mit ein-
sinnig wirkenden mechanischen Kräften (übliche Feder,
Gewichtskraft), wobei allerdings die erwähnten Ausge-
25 staltungen bevorzugt sind.

Durch das dargestellte bistabile Steuerteil 63 kann die erläuterte Funktionsweise des Ventilsystems 61 durchgeführt werden, indem lediglich zum Schalten geringe Schaltenergien erforderlich sind, die bei den Schaltzuständen
5 aber ohne Energieverbrauch aufrecht erhalten werden.

Im folgenden werden ergänzende Richtlinien zur vorzugsweisen Ausgestaltung des Auf-Zu-Ventilsystems 61 gegeben.

Die Blendenöffnung 65, auch Bohrung genannt, soll möglichst klein gewählt werden, z.B. mit einem Durchmesser von 0,5 mm,
10 vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,6 mm, so daß nur sehr geringe Flüssigkeitsmengen durchströmen können. Die Öffnung 65 darf aber keinesfalls infolge von Schmutzablagerungen vollständig verstopft werden. Dazu wird sie einmal kreisförmig und mit scharfen messerartigen Blendenkanten ausgebildet,
15 wo sich keine Ablagerungen bilden können. Zudem wird der Öffnung 65 noch ein feines Filter 66 vorgeschaltet. Dieses Filter 66 weist im Verhältnis zur geringen durchfließenden Flüssigkeitsmenge eine große Oberfläche auf, so daß es auch nach sehr langer Zeit nicht infolge Verschmutzung
20 vollständig verstopft werden kann. Vorteilhafterweise kann das Filter in zwei Zonen aufgeteilt werden, wobei eine Zone beströmt, die andere nicht beströmt ist. In der beströmten Zone kann eine gewisse Selbstreinigung durch die Strömung erzielt werden, während in der nicht beströmten Zone infolge
25 fast verschwindender Strömungsgeschwindigkeit entsprechend wenig Verschmutzung an das Filter getragen wird. Die nicht beströmte Zone des Filters ist vorzugsweise oben angeordnet, so daß schwere Schmutzteilchen gar nicht mehr mit-

gezogen werden können. Je nach Art der Verschmutzung kann sich dann die eine oder die andere der beiden Zonen als weniger verschmutzungsanfällig herausstellen. Beide Zonen sind jedoch je so groß, daß sie alleine einen lang-
5 jährigen genügenden Durchfluß für die kleine Düse 65 sicherstellen. Für das Filter 66 kann auch eine Filteranordnung mit vielen Falten zur Erhöhung der Filteroberfläche auf kleinem Volumen gewählt werden. Das Filter besteht aus nicht-ferromagnetischem Material, z.B. aus
10 Kunststoffgewebe oder Bronze. Es kann dabei ein sehr dünnes Sinterfilter sein oder ein Filtergewebe. Die Porengröße des Filters wird vorzugsweise 5-10 mal kleiner gewählt als die Filteröffnung.

Die Dimension des Durchlasses 76 am Steuerventil 77 muß
15 deutlich größer gewählt werden, als die Öffnung 65, der Durchmesser des Durchlasses 76 liegt vorzugsweise zwischen 1 und 2 mm, so daß z.B. ein Flächenverhältnis von Durchlaß 76 zu Blendenöffnung 65 von 5 bis 10 entsteht.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß bei Beibehaltung
20 einer kompakten Ausgestaltung die Hintereinanderanordnung von Auf-Zu-Ventilsystem 61 und Volumenstromregler 1 beliebig vertauscht werden kann. Ebenfalls kann der Strömungssensor 54 in weitgehend beliebiger Weise angeordnet werden.

Die Regelung des Durchflusses des Fluids zum und durch den
25 Heizkörper 107 und die Konstanthaltung der Durchflußmenge bei offenem Auf-Zu-Ventilsystem 61 geschieht nun folgendermaßen:

Über die Einstelleinrichtung 113 wird ein Soll-Temperaturwert für den Raum, in dem sich der Heizkörper 107 befindet, eingestellt bzw. ein Programm für die Soll-Temperatur vorgewählt. Im Regler 78 wird dann der Ist-Wert der Raumtemperatur
5 über den Raumtemperaturfühler 114 gemessen und mit dem Sollwert verglichen. Verändert sich der Ist-Wert über den momentanen Soll-Wert hin, so gibt der Regler an das Ventilsystem 61 einen Schaltimpuls, und zwar einen Öffnungsimpuls, wenn der Ist-Wert unter den Soll-Wert absinkt und einen Schließimpuls, wenn
10 der Ist-Wert über den Soll-Wert ansteigt.

Ist nun das Hauptventil 62 des Ventilsystems 61 durch einen Stellimpuls vom Regler 78 in einer vorstehend unter Bezugnahme auf die Figur 4 beschriebenen Weise geöffnet und damit der Weg vom Raum 49 zum Ringkanal 53 (Fig. 5) freigegeben, so funktioniert der Volumenstromregler 1 in der
15 folgenden Weise:

Wenn die Kammer 34 drucklos ist, weil keine Flüssigkeit über den Einlaß 2 zugeführt wird, befindet sich das Membranventil 6 in seiner vollen Öffnungsstellung, da die Membran 4
20 unter ausschließlicher Einwirkung der Feder 13 vom Ventil Sitz 12 fortgedrückt wird. Im Betriebszustand baut sich vor dem Volumenstromregler ein Systemdruck P1 auf. Nach dem Volumenstromregler liegt ein Druck P4 vor, der durch den Arbeitswiderstand am Verbraucher bestimmt ist. Durch
25 wechselnden Arbeitswiderstand und wechselnden Systemdruck kann sich das Druckgefälle zwischen P1 und P4 ändern. Voraussetzung für den konstanten Durchfluß ist dabei ein konstantes Druckgefälle an der einstellbaren Referenz-

drossel 8, wobei zur Erreichung des angestrebten
Nenndurchflusses ein Mindestwirkdruck oder Druckschwell-
wert erforderlich ist. Ist der Wirkdruck aber größer, so
5 muß der überschüssige Druck durch Drosselung in der
Regelstufe 6 und der Kaskade 16 vernichtet werden, damit
der Durchfluß innerhalb eines geringen Toleranz- oder
Fehlerbereichs konstant bleibt.

Ist keine Strömung am Ventil vorhanden, wirkt also auf die
Membran 4 kein Druck, so sind die regelbaren Drosselstellen
10 6, 16 offen. Die Membrane 4, 14 werden durch die Federn 13,
23 vom entsprechenden Ventilsitz 12, 22 fortgedrückt. Beim
Einsetzen einer Strömung und erhöhtem Systemdruck P_1 am
Einlaß 2 wird zunächst die Membran 4 weiter gegen den Ventil-
sitz 12 gedrückt. Gleichzeitig fließt Flüssigkeit über die
15 einstellbare Referenzdrossel 8 in den Ringraum 38, wo sich
ein Druck P_2 einstellt und von diesem Raum in den Innen-
raum 39 innerhalb des Ventilsitzes 12 über die Ventil-
öffnungen zwischen dem Ventildeckel 11 und Ventilsitz 12,
wo sich dann zunächst ein Druck P_3 einstellt. Die durch
20 die Drücke P_2 und P_3 auf die Membran 4 einwirkenden Kräfte
wirken der durch den Druck P_1 bedingten Kraft entgegen,
bis sich die als Druckwaage wirkende Membran 4 so ein-
stellt, daß die Änderungen des Druckgefälles $P_2 - P_3$ der
Änderung von $P_1 - P_3$ entspricht und damit das Druckgefälle
25 $P_1 - P_2$ an der Einstelldrossel annähernd konstant bleibt.
Der Differenzdruck $P_2 - P_3$ bestimmt aber einen Störfaktor,
so daß die genannte Druckdifferenz, wenn sie einen die
Durchflußtoleranzen überschreitenden Wert erreicht, weiter

reduziert werden muß. Hierzu dient das weitere Membran-
ventil oder die Kaskade 16. Bei dieser ist der Referenz-
druck variabel, weil sie von der vorangehenden Regelstufe
6 den Differenzdruck $P_2 - P_3$ als Steuerbasis hat. Die sich
5 über das Ventil 16 einstellende Druckdifferenz $P_3 - P_4$
ist dann geringer, so daß eine ausreichende Durchflußkon-
stanz erreicht werden kann. Im allgemeinen reicht eine
Kaskade. In Sonderfällen können auch weitere Kaskaden hinter
der Kaskade 16 angeordnet werden.

10 Erfindungsgemäß wird durch die zwei- oder mehrstufige An-
ordnung von Membranventilen ein sehr genauer, langzeit-
stabiler, verschmutzungsunempfindlicher und kompakter
Volumenstromregler geschaffen, der in einem weiten Wirkdruck-
bereich arbeiten kann. Durch die einstellbare Drossel 8, 37
15 ist die Solldurchflußmenge wählbar.

Zur Abhaltung allfälliger gröberer Verunreinigungen in
Heizwasser kann am Einlaß ein auswechselbares Filter, z.B.
ein Broncegitter von 0,2 mm Maschenweite, angebracht werden.
Feine Verunreinigungen beeinträchtigen die Funktion des
20 Volumenstromreglers nicht.

Die Membranen 4, 14 sind vorzugsweise im wesentlichen
flach ausgebildet, d.h. sie weisen eine relativ kleine
Walkzone M und eine dazwischen liegende relativ große
Stützfläche (mit Ventildeckel) auf. Überdies sollen die
25 Membranen eine sehr geringe Eigensteifigkeit von vorzugs-
weise weniger als drei Gramm/cm² Membranfläche und einen
großen Hubbereich aufweisen. Dazu eignen sich vor allem
Rollmembranen, Sickenmembranen oder gestauchte Flach-

membranen. Als Material geeignet sind beispielsweise EPDM und Viton mit Härten von 55-70^a Shore und Dicken von beispielsweise 0,2 - 0,4 mm. Falls mit hohen Überdrücken gerechnet werden muß, können allfällig davon
5 betroffene Membranen auch mit einer Gewebeeinlage verstärkt werden.

Die besten Resultate werden mit möglichst großen Membranflächen erreicht, deshalb soll der Membrandurchmesser vorzugsweise mindestens 70% des Patronendurchmessers, bzw. des
10 Innendurchmessers von Gehäuse 31 betragen. Die Öffnungen der Ventilsitze 12, 22 sollen einerseits zur Erreichung einer hohen Regelgenauigkeit relativ klein sein und andererseits soll aber der Strömungswiderstand am Ventil
15 auch nicht zu groß werden. Gute Resultate können deshalb erreicht werden, wenn der Ventildurchmesser zwischen 35 und 45% des Membrandurchmessers beträgt.

Um die erwünschten hohen Durchflußmengen und geringen Schwellwerte des Wirkdrucks zu erreichen, sollen weiter die Strömungswiderstände klein gehalten werden. Dazu werden bei
20 gegebenem Gehäusedurchmesser die Dimensionen von Membran und Zu- und Abflußkanälen groß gehalten und die Wandstärken inklusive der Wandstärken W für den Einspannbereich der Membranen klein gehalten. Dazu kann die Membran statt wie in Figur 5
25 gezeigt mit einem Wulst auch in einer dünnen Wand W direkt eingeklemmt, eingeklebt oder aufvulkanisiert werden. Auf dem ganzen Strömungsweg durch den Volumenstromregler sollen mit Ausnahme der notwendigen scharfen Blenden die Begrenzungen ohne Kanten und Ecken, möglichst glatt, rund und kontinuierlich

ausgeführt werden. Anstelle der konzentrischen Zuführ- und Abführkanäle 50 und 53 mit den Durchmessern V und R kann auch eine radiale Unterteilung vorgesehen werden, so daß also die Kanäle 50 und 53 im Schnitt von Figur 5 nicht nebeneinander, sondern hintereinander angeordnet wären. Die Form des äußeren Gehäuses 31 kann aber auch quadratisch ausgeführt werden, wobei dann in den Ecken, welche nicht von den kreisförmigen Membranen bedeckt werden, Platz vorhanden ist für die Kanäle 50 und 53. Mit Ausführungen des Volumenstromreglers gemäß den erläuterten konstruktiven Richtlinien können folgende sehr gute Resultate z.B. für ein 3/8 Zoll-Ventil und Normanschlüssen erreicht werden:

- Schwellwerte des Wirkdrucks von weniger als 0,1 bar
- Volumenströme von mindestens 200 l/h und
- Genauigkeiten von 2% über einen sehr weiten Wirkdruckbereich bis zu Drücken von über 1 bar.

Je nach gewünschter Anwendung kann die Konstruktion gemäß der angegebenen Richtlinien optimiert werden.

Bei der Materialwahl ist überdies darauf zu achten, daß die verschiedenen Elemente elektrochemisch und chemisch resistent sind, d.h. daß sie im Fluidstrom und im Bezug auf die umgebenden Gehäuse und Leitungen chemisch nicht reagieren, daß z.B. in einem Messinggehäuse die Ventilefedern 13 und 23 aus Federbronce bestehen oder aus säurefestem Stahl.

Anstelle der Ringfedern von Figur 5 können auch andere Federn wie Blattfedern oder Drehfedern eingesetzt werden. Vorteilhaft sind vor allem auch die kompakten Tellerfedern, welche eine geringe Bauhöhe des Gehäuses und kurze Verbindungskanäle ermöglichen. Es kann die Feder aber im Prinzip auch in die Membran integriert werden.

Abhängig davon, ob der Strömungsmelder 58 ein Strömen feststellt oder nicht, wird die Temperaturdifferenz der Thermofühler 109, 118 gemessen und in der Elektronikeinheit 117 mit der codierten Einstellung der Durchflußmenge über die Drossel 8 multipliziert und über die Öffnungszeit des Ventilsystems 61 integriert bzw. aufsummiert, daß der summierte Energieverbrauch relativ oder in absoluten Werten über die Anzeige 112 angezeigt werden kann (Figur 3). Die elektronische Verarbeitung geschieht beispielsweise unter Verwendung von seriegeschalteten Stromsensoren(wie LM 234), welche dann ein der Temperaturdifferenz proportionales Stromsignal abgeben, welches über einen Kondensator in Pulse gewandelt bzw. über A/D-Wandler weiterverarbeitet und aufsummiert wird.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in geeigneten Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Messen der von einem Heizkörper an einen Raum abgegebenen Wärmemenge und zum gleichzeitigen Steuern des den Heizkörper durchströmenden, als Wärmeträger dienenden Fluidstromes zwecks Regelung der Raumtemperatur, bestehend aus einem Volumenstromregler zum Durchlassen eines konstanten Fluidstromes und einem von einem Signalgeber, z.B. einem Raumthermostaten über ein Steuerventil vorgesteuerten und von der Energie des Fluidstromes geschalteten Auf-Zu-Ventil zum Sperren oder Durchlassen des Fluidstromes sowie je einem Temperaturfühler für den Vor- und Rücklauf des Heizkörpers und einer Elektronikeinheit, die die Wärmemenge durch Integration der in eine elektrische Größe umgewandelten jeweiligen Temperaturdifferenzwerte während der Öffnungszeiten des Auf-Zu-Ventils erfaßt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Regelglied des Volumenstromreglers (1) als Membranventil (6) mit Membran (4) ausgebildet ist und dem Steuerventil (77) des Auf-Zu-Ventils (62) ein bistabiles Stellglied (63) zugeordnet ist, welches den Ventilkörper (81) des Steuerventils über Halteglieder (91, 83) in seinen Endlagen hält und über ein nur eine minimale elektrische Energie benötigendes elektro-magnetisches Schaltglied (79) umschaltet, das mit dem Signalgeber (113, 114) und der Elektronikeinheit (78, 117) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß für den Volumenstromregler (1) mindestens ein weiteres Membranventil (16) mit einer Membran (14) als Kaskade zum ersten Membranventil (6) in Serie geschaltet und in einem gemeinsamen Gehäuse (9, 31) angeordnet ist, wobei eine Drossel (8) dem Regelglied (6) zugeordnet ist.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Auf-Zu-Ventil als Membranventil (62) mit einer Membrane (64) ausgebildet ist, das zusammen mit den beiden Membranventilen (6, 16) des Volumenstromreglers (1) hintereinander in einem gemeinsamen Durchflußgehäuse (31, 102) für den Fluidstrom angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Volumenstromregler (6, 16) durchgelassene Durchflußmenge mittels einer veränderbaren oder auswechselbaren Drossel (8) einstellbar ist, wobei die eingestellte Durchflußmenge des Fluids in der Elektronikeinheit (117) zwangsweise oder durch Einstellung in codierter Form bei der Durchführung der Wärmemengenmessung berücksichtigt wird.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdifferenz zumindest an einem der Membranventile (16) des Volumenstromreglers (1) durch das in Reihe vor diesem angeordnete Membranregelventil (6), welches als Drossel wirkt, gebildet wird.

6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranventile (6, 16) des Volumenstromreglers (1) und das als Membranventil ausgebildete Auf-Zu-Ventil (62) mit dem Steuerventil (77) und dem bistabilen Stellglied (63) zu einer kompakten Ventilbaueinheit (102) zusammengefaßt sind, die mit den normalen Heizkörperanschlüssen (104) versehen ist und anstelle eines herkömmlichen Heizkörperventils in die Heizkörperleitung (106) einbaubar ist, wobei die Ventilbaueinheit (102) einen Ventilgehäuseaufsatz (103) trägt, in dem die Elektronikeinheit (117) und die Anzeige- sowie Einstell- bzw. Vorgabeelemente (112, 113) untergebracht sind.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Regelung des Fluidstromes und damit der Raumtemperatur über einen das Öffnen und Schließen des Auf-Zu-Ventils (62) auslösenden einstellbaren Thermostaten (113, 114) erfolgt, der mit einer Regeleinrichtung (78) der Elektronikeinheit (117) in Verbindung steht.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Führungsgröße oder der Sollwert des Thermostaten (113, 114) über die Zeit hin gemäß vorgegebener Werte automatisch veränderbar ist.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Energieversorgung Solarzellen oder Halbleiterthermoelemente (Peltier-Elemente) zur Umwandlung der im Fluidstrom gespeicherten Energie in elektrische Energie vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Strömungsmelder (58) zur Abgabe eines eine Strömung oder den Fluidstillstand anzeigenden Signals an die Elektronik-einheit (117) vorgesehen ist, der die Integration der Temperaturdifferenzwerte der Temperaturfühler (109, 118) auslöst und wieder stoppt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Strömungsmelder (58)
als einem Membranventil (6, 16 oder 62) zugeordneter berührungs-
loser Schalter ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die den Druckunterschied beiderseits der Membran (4) des Membranventils (6) bedingte Drossel (8) des Volumenstromreglers (1) als scharfe Blende ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranen (4, 14, 64) des Volumenstromreglers (1) und des Auf-Zu-Ventils (62) im wesentlichen flach und mit geringer Steifigkeit ausgebildet sind, wobei die Membranflächen den Querschnitt des Gehäuses (31) zum größten Teil überdecken.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Halteglieder für das bistabile Stellglied (63) des Steuerventils (77) für das Auf-Zu-Ventil (62) als Permanentmagnet (91), als Hilfsfelder (83) und/oder als Schnappfeder ausgebildet sind.

15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein beweglicher Anker (82) des bistabilen elektromagnetischen Schaltgliedes (79) fest mit einem durch eine Hilfsfeder (83) in Schließrichtung belasteten Ventilverschlußkörper (81) des Steuerventils (77) verbunden ist und außerdem ein Permanentmagnet (91) als Halteglied für die Offenstellung des Ventilverschlußkörpers (81) am Gehäuse (31) angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Auf-Zu-Ventil (62) eine blendenartige Öffnung (65) zum Verbindungsraum (55) des Steuerventils (77) vorgesehen ist und dieser Öffnung (65) ein Filter (66) vorgeschaltet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Flächenverhältnis von Durchlaß (76) des Steuerventils (77) zur blendenartigen Öffnung (65) des Auf-Zu-Ventils (62) zwischen 5 und 10 liegt.
18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen injektorartigen Anschluß (67), der vom Steuerraum (54) in den Abfluß (53) des Hauptstromes führt.
19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Membranventile (6, 16) und das Membranventil (62) einen zentral an den Membranen (4, 14, 64) vorgesehenen Ventildeckel (11, 21, 71) tragen, denen ein im Querschnitt ringförmiger Ventilsitz (12, 22, 72) zugeordnet ist, wobei auf die Membrandeckel (11, 21, 71) eine Feder (13, 23, 73) wirkt.
20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Membranen (4, 14, 64) aus einem resistenten Material, wie beispielsweise EPDM oder VITON bestehen und eine geringe Eigensteifigkeit von weniger als 3 g/je cm² Membranfläche aufweisen.
21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Membranen (4, 14) an ihrem Umfang mittels eines Wulstes oder durch Einkleben oder Aufvulkanisieren zuverlässig und dicht eingespannt sind und die auf die Membranen wirkenden Federn (13, 23) nur in ihrem Proportionalbereich beansprucht sind und daß sie elektrochemisch resistent sind.

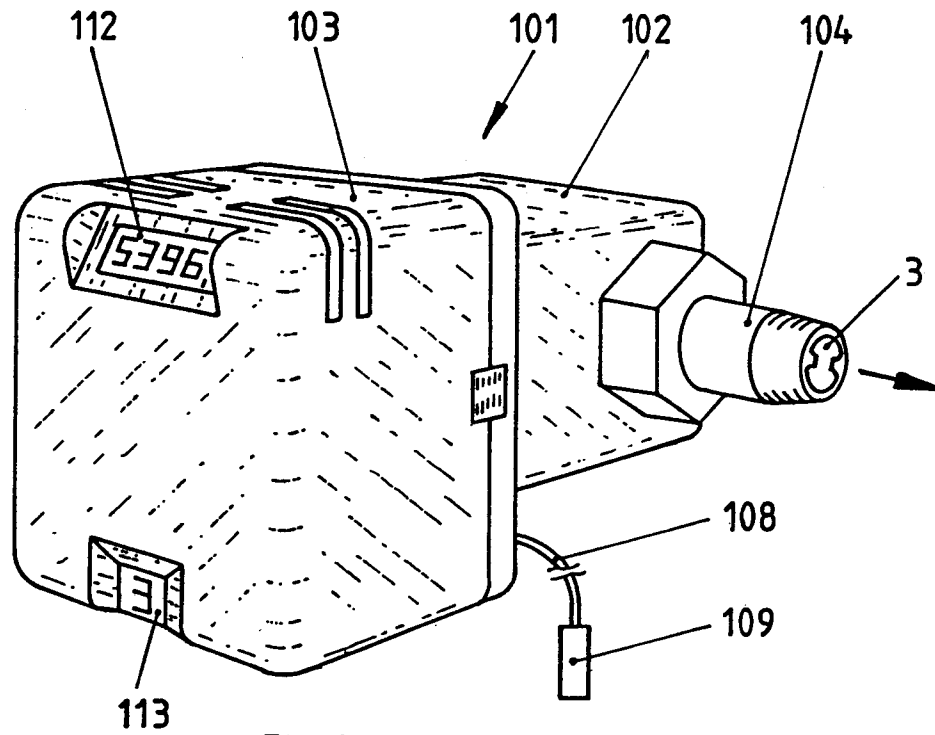


Fig. 1

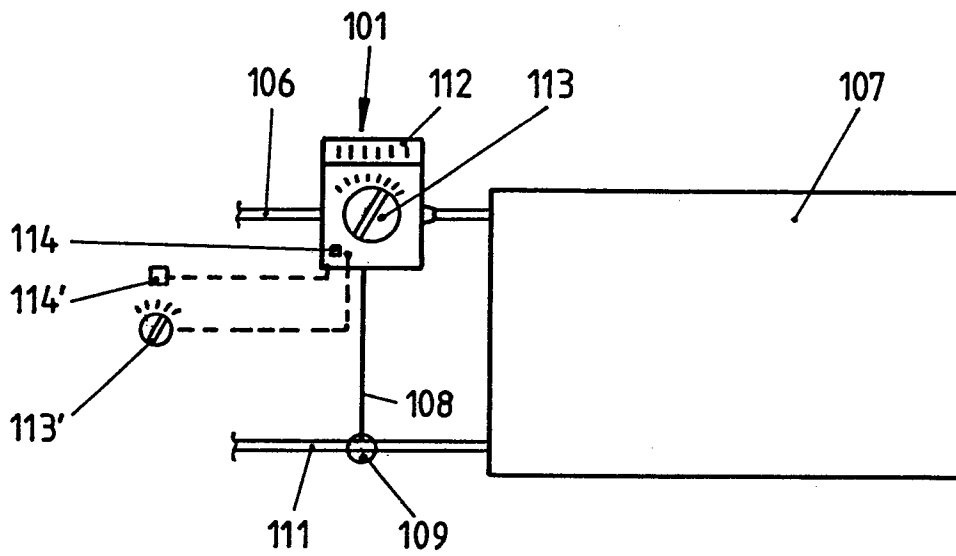


Fig.2

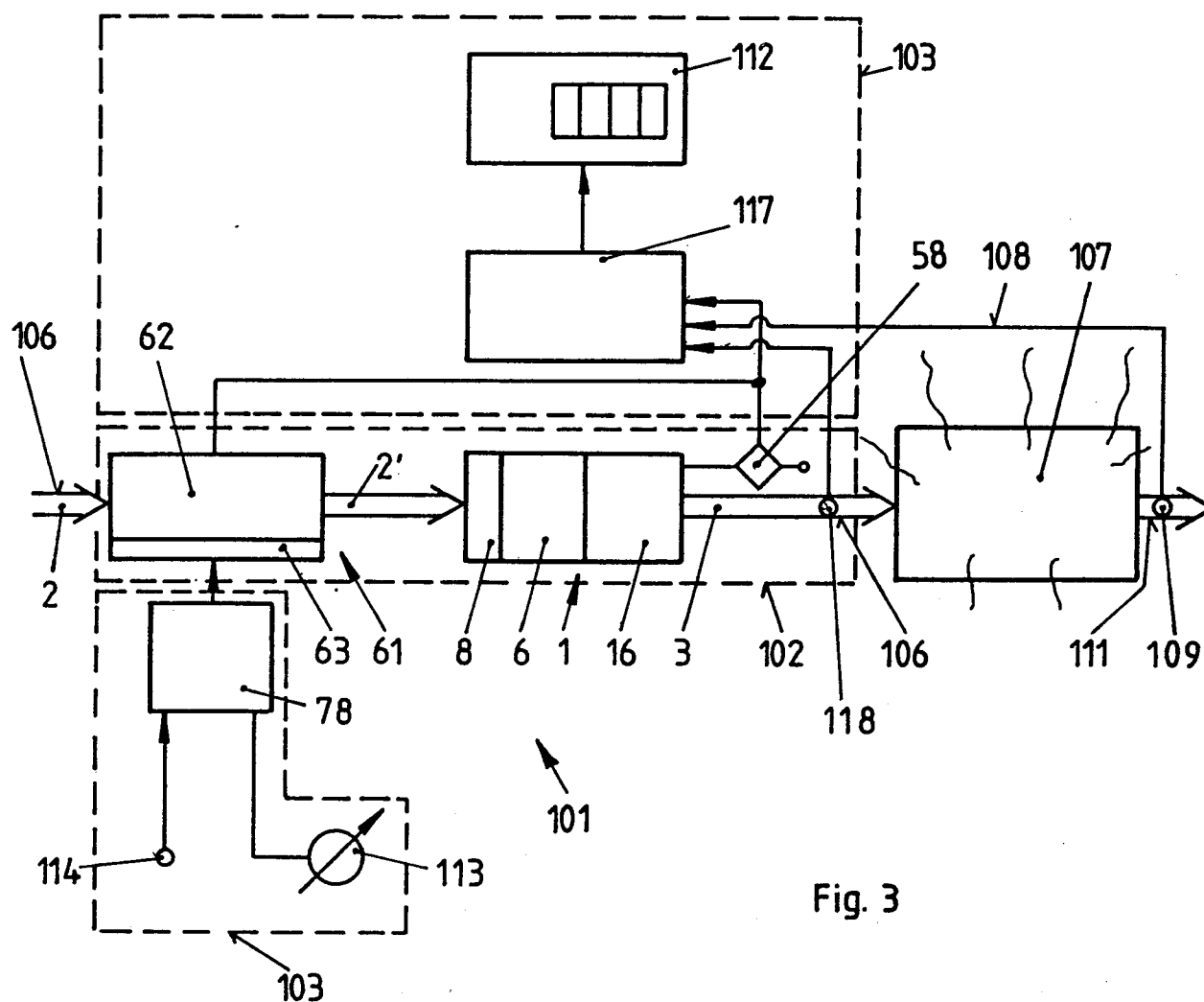


Fig. 3

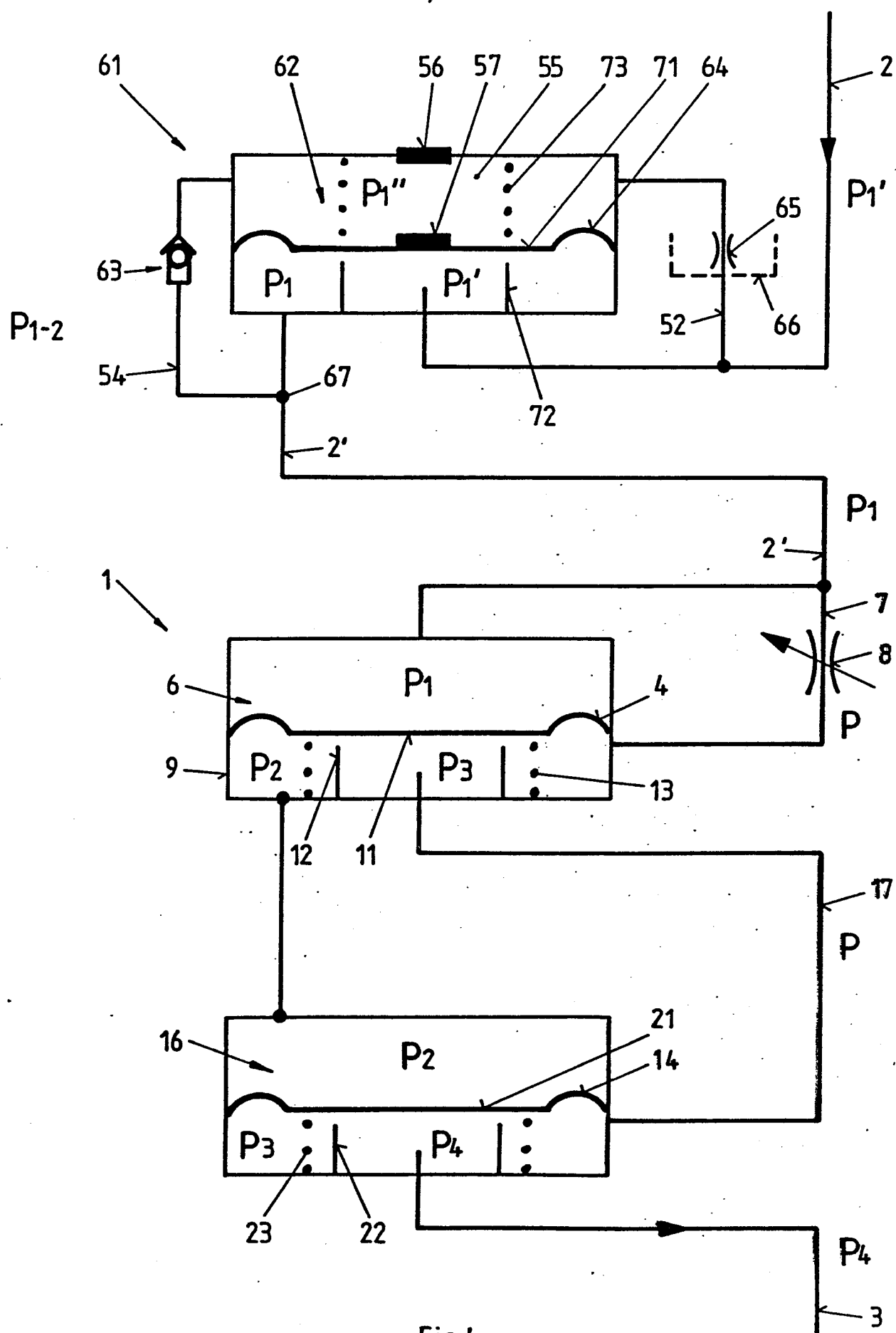


Fig. 4

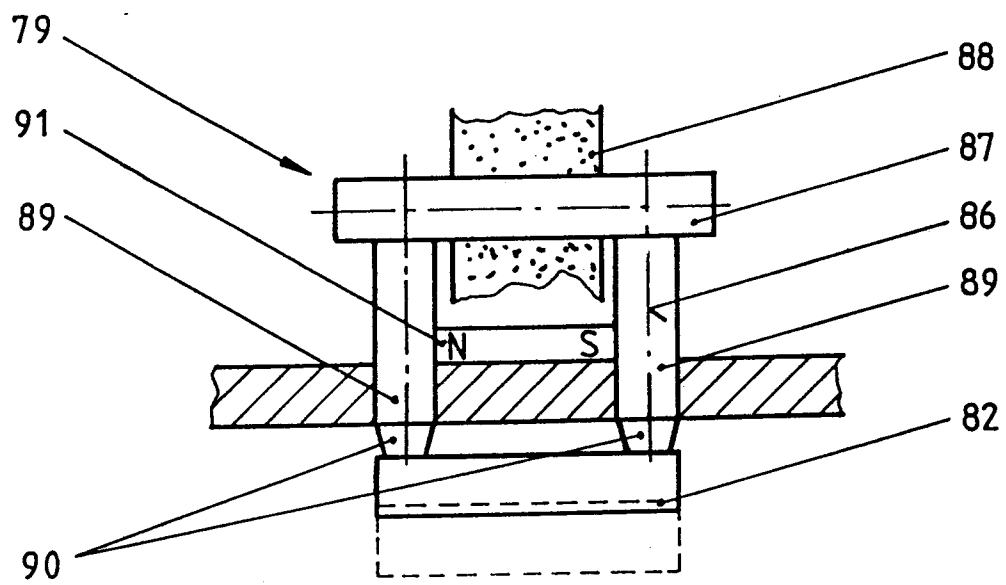


Fig. 6

